

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-258600

(43)Date of publication of application : 24.09.1999

(51)Int.Cl. G02F 1/1335
F21V 8/00

(21)Application number : 10-058181

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 10.03.1998

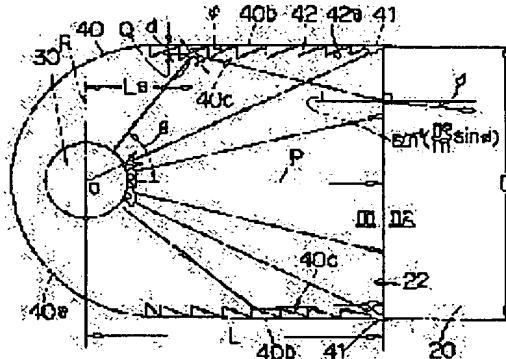
(72)Inventor : KUROKAWA KAZUMASA
TAKASU HISASHI

(54) SURFACE LIGHT SOURCE DEVICE FOR LIQUID CRYSTAL PANEL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface light source with such a structure that hardly exerts thermal influence on liquid crystal in a liquid crystal panel by limiting a range of an incident angle to an incident end face of a light guide plate so that a mutual reflection frequency of light in the light guide plate is suppressed to the minimum.

SOLUTION: A reflector 40 has both prism arrays 40c. Each of the prism arrays 40c is provided with plural rectangular prisms 42, and each rectangular prism 42 has a tilted reflecting surface 42a reflecting light of a cold cathode ray tube 30 onto an incident end face 22 of a light guide plate 20. Here, a tilt angle ψ of each reflecting surface 42a is set so that a mutual reflection frequency of the light reflected by each reflecting surface 42a and made incident on the incident end face 22 is suppressed to the minimum.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-258600

(43)公開日 平成11年(1999)9月24日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 2 F 1/1335
F 2 1 V 8/00

識別記号
5 3 0
6 0 1

F I
G 0 2 F 1/1335
F 2 1 V 8/00

5 3 0
6 0 1 F

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-58181

(22)出願日 平成10年(1998)3月10日

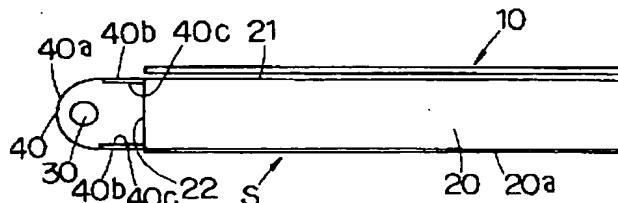
(71)出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(72)発明者 黒川 和雅
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
(72)発明者 高須 久志
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
(74)代理人 弁理士 伊藤 洋二 (外1名)

(54)【発明の名称】 液晶パネル用面光源装置

(57)【要約】

【目的】導光板内での光の相互反射回数を最小限に抑制するように光の導光板の入射端面に対する入射角の範囲に制限を加えることで、液晶パネル内の液晶に対し熱による影響を与えるにくい構造の面光源装置を提供する。

【解決手段】リフレクタ40は、両プリズムアレイ40cを備えている。これた各プリズムアレイ40cは、複数の直角プリズム42を備えており、これら各直角プリズム42は、冷陰極管30の光を導光板20の入射端面22へ反射する傾斜状反射面42aを有する。ここで、各反射面42aにより反射されて入射端面22に入射した光の導光板20内での相互反射回数が最小限に制限されるように、各反射面42aの傾斜角 α が設定されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶パネル(10)の裏面に沿い配置された導光板(20)と、この導光板の入射端面(22)に配設されて放射状に光を射出する管光源(30)と、この管光源の軸方向に沿い当該管光源を断面略U字状に覆うように配設されたリフレクタであって前記管光源から光を入射されて反射するリフレクタ(40)とを備えて、前記導光板は、前記管光源及び前記リフレクタから前記入射端面に入射する光を導入して面状光として前記液晶パネルにその裏面から入射するようにした面光源装置において、前記リフレクタの内表面のうち互いに対向する各内表面部には、光学系アレイ(40c、40d)が、それぞれ、傾斜状反射面(42a)を前記管光源の軸に直交する方向に鋸歯状波状に複数配列してなるように設けられており、前記各傾斜状反射面は、前記管光源から前記リフレクタへの光を前記入射端面に向けて反射するように傾斜しており、前記各傾斜状反射面による反射光が前記入射端面に入射されたときこの入射光が前記導光板内にて相互反射される回数を最小限に制限するように、前記各反射面の傾斜角が、前記入射端面の幅及び当該入射端面からの距離に応じて設定されていることを特徴とする液晶パネル用面光源装置。

【請求項2】 前記各光学的アレイは、前記管光源の軸に直交する方向に配列されて前記傾斜状反射面をそれぞれ有する複数のプリズム(42)からなり、これら各プリズムの傾斜状反射面(42a)は、前記傾斜角を、当該各プリズムの配列位置に応じて有することを特徴とする請求項1に記載の液晶パネル用面光源装置。

【請求項3】 前記各光学的アレイが、前記複数の傾斜状反射面に相当する複数の傾斜状干渉縞面(43)を有する光学干渉素子であることを特徴とする請求項1に記載の液晶パネル用面光源装置。

【請求項4】 前記各光学的アレイは回折格子或いはホログラムであることを特徴とする請求項3に記載の液晶パネル用面光源装置。

【請求項5】 前記液晶パネルは、スマートチック液晶を封入してなることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一つに記載の液晶パネル用面光源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、スマートチック液晶等の熱の影響を受け易い液晶を用いる液晶パネルに採用するに適した面光源装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の面光源装置においては、透過型液晶パネルの裏面に沿い導光板を配置し、この導光板の入射端面に沿い管光源を配置して、この管光源から導光板内にその入射端面から入射した光を、面状光として、液晶パネルに入射させるようにしたものがある。また、リフレクタを、管光源を覆うように配設して、このリフレクタの反射作用により管光源の出射光の導光板内への入射効率を高めるようにしてあるのが通常である。

10 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記面光源装置では、導光板の面状光による輝度分布は液晶パネルの裏面全体に亘り均一にし得るもの、管光源内に入射された光の利用率が低い。この点につき詳細に検討してみると、管光源の光は、管光源の軸心を中心として放射状に360°方向に亘り均一に出射する。また、このように管光源から出射した光は、直接に、導光板の入射端面に入射するか、或いは、リフレクタにより反射された上で導光板の入射端面に入射する。

20 【0004】

ここで、導光板の入射端面に対する光の入射方向と当該入射端面に対する法線とのなす角、即ち入射角は、管光源と導光板の入射端面との間の空間的位置関係、当該入射端面の面積や、リフレクタの特性によって決定される。また、導光板の底面には、上記面状光の均一化のために、通常、光拡散処理層が形成されている。従って、導光板内にその入射端面から入射した光は、当該導光板内にて上記光拡散処理層の拡散反射作用のもと相互反射されながら進む。

30 【0005】

このような過程では、光量が、その相互反射1回につき数%ずつ減少していく。従って、上記入射角が大きい程、導光板内での光の相互反射回数も多くなり、当該導光板での光量の減少度合も著しい。その結果、光は、実質的に、導光板の当該光の進行方向中央までにしか到達しない。従って、導光板内に入射した光のうちその光量の減少分が導光板内にて吸収され熱エネルギーに変換されてしまい、この熱エネルギーが液晶パネルの液晶に悪影響を及ぼす要因となっている。

40 【0006】

また、導光板内では、上記入射角が大きい程、入射端面近傍での相互反射回数が多い。このため、

導光板の入射端面近傍における光量の減少度合が高い。従って、導光板内では、入射端面近傍程、光の熱エネルギーへの変換割合が高い。よって、液晶パネルのうち導光板の入射端面に近い部分程、熱エネルギーの液晶に対する悪影響の度合が大きい。

50 【0007】

さらに、上記拡散処理層が、例えば、白インクの印刷層からなる場合には、光が当該印刷層により吸収されて熱エネルギーに変換される。このため、この熱エネルギーが、管光源や導光板を介し液晶に悪影響を及ぼす。以上述べたようなことは、特に、液晶として、熱に対し敏感な特性を有する反強誘電性液晶等のスマート

チック液晶を用いた場合に著しい。

【0008】これに対しては、例えば、特開平8-1582625号公報にて示すように、導光板の入射端面を凹凸形状に形成して、当該入射端面に対する光の入射角を、導光板内での相互反射回数を減少させるように、抑制することが考えられる。しかし、この場合、管光源から上記入射端面への直接入射光については、上記入射角を抑制することができても、リフレクタにより反射された光の上記入射端面への入射角を抑制することは、リフレクタの管光源や上記入射端面に対する位置や形状等のため、困難であるという不具合が生ずる。

【0009】また、上記公報のものでは、導光板の入射端面を平面のままにして、当該入射端面にプリズム状透過板を平行に配置した例が開示されているが、これによっても、上述と同様の不具合が生ずる。なお、特開平8-94846号公報や特開平8-54625号公報にも、光学部材を用いる例が示されているが、上述と同様の不具合が生ずる。

【0010】従って、液晶パネルの液晶として熱の影響を受けやすい液晶を用いる場合には、リフレクタの構造を管光源や液晶パネルとの関係において熱を拡散し易い構造とする必要がある。そこで、本発明は、以上のようなことに対処するため、導光板内での光の相互反射回数を最小限に抑制するように光の導光板の入射端面に対する入射角の範囲に制限を加えることで、液晶パネル内の液晶に対し熱による影響を与える構造の面光源装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題の解決にあたり、請求項1乃至5に記載の発明に係る面光源装置では、液晶パネル(10)の裏面に沿い配置された導光板(20)と、この導光板の入射端面(22)に配設されて放射状に光を出射する管光源(30)と、この管光源の軸方向に沿い当該管光源を断面略U字状に覆うように配設されたリフレクタであって管光源から光を入射されて反射するリフレクタ(40)とを備え、導光板は、管光源及びリフレクタから入射端面に入射する光を導入して面状光として液晶パネルにその裏面から入射する。

【0012】ここで、リフレクタの内表面のうち互いに対向する各内表面部には、光学系アレイ(40c、40d)が、それぞれ、傾斜状反射面(42a)を管光源の軸に直交する方向に鋸歯状波状に複数配列してなるように設けられており、各傾斜状反射面は、管光源からリフレクタへの光を入射端面に向けて反射するように傾斜している。

【0013】そして、各傾斜状反射面による反射光が入射端面に入射されたときこの入射光が導光板内にて相互反射される回数を最小限に制限するように、各反射面の傾斜角が、入射端面の幅及び当該入射端面からの距離に応じて設定されている。このように、導光板内にその入

射端面から入射した光の当該導光板内での相互反射回数が最小限に制限されるから、導光板内での光の吸収が最小限に抑制される。このため、液晶パネルの液晶に対し導光板の熱による悪影響が生ずることがない。

【0014】ここで、請求項2に記載の発明によれば、各光学的アレイは、管光源の軸に直交する方向に配列されて傾斜状反射面をそれぞれ有する複数のプリズム(42)からなる。また、これら各プリズムの傾斜状反射面(42a)は、傾斜角を、当該各プリズムの配列位置に10応じて有する。

【0015】これによれば、請求項1に記載の発明の作用効果を確保できる。また、請求項3に記載の発明のように、各光学的アレイが、複数の傾斜状反射面に相当する複数の傾斜状干渉鏡面(43)を有する光学干渉素子であってもよい。また、請求項4に記載の発明のように、各光学的アレイは回折格子或いはホログラムであつてもよい。

【0016】また、請求項5に記載の発明のように、液晶パネルの液晶がスマートチック液晶であっても、請求項201乃至4に記載の発明の作用効果を確保しつつ、当該スマートチック液晶に対する導光板の熱の影響を確実に防止できる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態を図面に基づいて説明する。

(第1実施形態) 図1は本発明を適用してなる液晶表示装置の概略断面を示している。この液晶表示装置は、反強誘電性液晶を封入した液晶パネル10と、面光源装置Sとを備えている。

30 【0018】面光源装置Sは、導光板20、冷陰極放電管30及びリフレクタ40を備えている。導光板20は、その上面21にて、液晶パネル10にその裏面に沿い配設されており、この導光板20は、その入射端面22から冷陰極放電管30の光を導入して均一な面状光として液晶パネル10にその裏面から入射する。なお、図1にて、符号20aは、導光板20の底面に形成した光反射拡散シートを示す。

【0019】冷陰極放電管30は、図1及び図2にて示すごとく、導光板20の入射端面22に沿い配設されており、この冷陰極放電管30は、導光板20の入射端面22に線状の光を入射する。リフレクタ40は、図1及び図2にて示すごとく、半円筒部40aと、この半円筒部40aの両端から互いに平行に延出する両平行部40bと、これら両平行部40bの内面にそれぞれ形成したプリズムアレイ40cとを備えている。なお、円筒部40aの内表面は反射面(放物面鏡として機能する)としての役割を果たす。

【0020】両平行部40bは、その各延出端部41にて、導光板20の図1及び図2にて図示左端部に固定されている。また、半円筒部40aの半円状断面の中心

は、導光板20の入射端面22の幅(導光板20の板厚方向幅)の中央に対向している。このため、半円筒部40aの内表面直径は、入射端面22の幅に等しい。これにより、リフレクタ40が入射端面22を覆うこととなり、光の漏洩の防止に有効である。その結果、入射端面22に対する冷陰極放電管30の光の入射効率を高めることができる。

【0021】ここで、冷陰極放電管30の軸心は、図2から理解されるように、半円筒部40aの中心よりも、図1にて図示左方に位置している。また、冷陰極放電管30の軸心は、導光板20の入射端面22に幅方向中央を通る半円筒部40aの半径線P上に位置している。そして、冷陰極管30の出射光を有効に活用するためには、次の数1の式を満たす必要がある。

【0022】

【数1】 $\theta = \tan^{-1}(D/2L)$

但し、 θ は、冷陰極管30の出射光の半径線Pとのなす出射角を表す。また、Dは、導光板20の入射端面22の幅方向長を表しており、この出射角 θ の最大値は、例えば、50度である。また、Lは、冷陰極管30の軸心と導光板20の入射端面との間の距離を表す。

【0023】冷陰極管30から導光板20の入射端面22への直接入射光の当該入射端面22での屈折角はできるだけ小さい方が、導光板20内における入射光の相互反射回数が少ない。このため、距離L及びの幅方向長Dを小さくすることが要求される。両プリズムアレイ40cは、半径線Pに対し対称的に位置しつつ対称的な構成を有する。図2にて図示上側に位置するプリズムアレイ40cを例にとりその構成につき説明する。

【0024】プリズムアレイ40cは、複数の柱状直角プリズム42を備えている。これら各直角プリズム42は、リフレクタ40の上側平行部40bの内表面に沿い、図2にて図示左端部から右端部にかけて配列形成されており、これら各直角プリズム42の長手方向は、導光板20の幅方向に直角となっている。ここで、プリズムアレイ40cの各直角プリズムの構成について説明する。

【0025】各直角プリズム42において上側平行部40b上の底面と傾斜状反射面42aとの角(以下、傾斜角という)を Ψ で表し、一直角プリズム42の反射面42a上の点Qと冷陰極管30の軸心(以下、軸心Oという)を通り入射端面22に平行な線(以下、平行線Rとの間の距離をL_aとすれば、傾斜角 Ψ と距離L_aとの関係を表すデータ(以下、傾斜角-距離データという)は、図3にて示すグラフにより特定される。但し、導光板20の入射端面22の幅方向長さDを10mmとし、空気の屈折率n₁=1とし、導光板20の屈折率n₂=1.5とする。また、一直角プリズム42の反射面42a上の点Qにて反射される冷陰極管30の光が導光板20の入射端面22に入射したときの屈折角 θ を15度とする。

【0026】従って、プリズムアレイ40cの各直角プリズム42は、上記傾斜角-距離データでもって特定される傾斜角 Ψ を距離L_aに応じて有するように形成されている。次に、上記傾斜角-距離データの導出根拠について説明する。図2において、傾斜角 Ψ は、スネルの法則を用いて、次の数2の式により表される。

【0027】

【数2】

$\Psi = [\theta - \sin^{-1} \{ (n_2 / n_1) \sin \phi \}] / 2$

10 ここで、導光板20の入射端面22の幅方向長さをDとし、また、点Qと上側平行部40bとの間の距離をdとすれば、D>dが成立する。従って、出射角 θ は、幅方向長さD及び距離L_aとの関係において、次に数3の式により表される。

【0028】

【数3】 $\theta = \tan^{-1}(D/2L_a)$

よって、上記数2及び数3の両式から次の数4の式が得られる。

【0029】

20 【数4】 $\Psi = [\tan^{-1}(D/2L_a) - \sin^{-1} \{ (n_2 / n_1) \sin \phi \}] / 2$

しかし、この式において、D=10mm、n₁=1、n₂=1.5、 $\phi=15$ 度とすれば、図3のグラフが得られる。つまり、 $\theta > \tan^{-1}(D/2L_a) = 50$ 度の範囲において、導光板20の入射端面22に対する入射角を、例えば、最大±25度と制限するには、各直角プリズム42の傾斜角 Ψ は、距離L_aとの関係において、図4のグラフ上の値を満たすことが必要とされる。なお、導光板20の屈折率は例えば1.5程度とする以

30 上のようなことから、本実施形態では、プリズムアレイ40cの各直角プリズム42は、図3にて図示左端の直角プリズムから図示右端の直角プリズムにかけて、傾斜角 Ψ が距離L_aに応じて図4のグラフを満たすように決定されている。これに伴い、各直角プリズム42の断面形状も距離L_aに応じた傾斜角 Ψ を有するように決定されている。なお、導光板20が中空状のものである場合には、入射端面22に対する入射角を最大±15度程度とする。

【0030】なお、他方のプリズムアレイ40cも、同

40 様に構成されている。以上のように構成した本第1実施形態では、冷陰極管30が光を出射すると、この光は、リフレクタ40内にて放射状に進む。この場合、冷陰極管30の出射光は、導光板20の入射端面22に直接入射する部分と、両プリズムアレイ40cに入射する部分と、リフレクタ40の半円筒部40aに入射する部分とに分かれる。

【0031】導光板20の入射端面22に直接入射する光部分は、数1の式を満たすことを条件に、導光板20内に入射した後のこの導光板20内の相互反射回数が50 大幅に減少され得る。また、両プリズムアレイ40cに

入射する光部分は、各プリズムアレイ40cの各直角プリズム42の形成が、上述のごとく、図3のグラフを満たすようになされている。従って、両プリズムアレイ40cに入射する光部分は、数4の式を満たすことを条件に、導光板20内に入射した後のこの導光板20内での相互反射回数が大幅に減少され得る。

【0032】また、リフレクタ40の半円筒部40aは冷陰極管30の後方に位置しているから、半円筒部40aに入射する光部分は、当該半円筒部40aにより反射された後、導光板20の入射端面22に、導光板20の入射端面22に直接入射する光部分よりも小さな角度にて入射する。このため、入射端面22での屈折角は非常に小さい。

【0033】従って、冷陰極管30の出射光のうち導光板20内に入射した光が当該導光板20内での相互反射する回数が大幅に減少し得る。よって、冷陰極管30の出射光が導光板20内にて熱エネルギーに変換させる量が非常に少なくなる。その結果、導光板20の熱エネルギーとして吸収量が少くなり、この熱エネルギーが液晶パネル10に伝わってその反強誘電性液晶に悪影響を与えることがない。このようなことは、光拡散反射層20aが導光板20内の光を吸収する場合でも同様である。

【0034】また、上述のごとく、入射端面22での屈折角は非常に小さい。従って、導光板20内での入射端面22の近傍における光の相互反射回数が非常に少くなり、その結果、導光板20の光の出射面、即ち、液晶パネル10の表示面の輝度を均一にし得る。

(第2実施形態) 図4は、本発明の第2実施形態を示している。

【0035】この第2実施形態では、上記第1実施形態にて述べたリフレクタ40の各直角プリズム42が、図4にて示すごとく、リフレクタ40の半円筒部40aまで、半径線Pを境界として延出形成されている。その他の構成は上記第1実施形態と同様である。このように構成した本第2実施形態においては、各プリズムアレイ40cが、上述のごとく、リフレクタ40の半円筒部40aまで延長形成されている。

【0036】これにより、上記第1実施形態の作用効果をより一層向上できる。

【0043】

$$A_1 = (3/2) \sin^{-1} \left\{ \frac{1}{n_1} \sin^{-1} (B_1) \right\}$$

【数7】

n_1

【数8】

n_2

但し、図7にて示すごとく、 $B_1 = 90 - \theta$ である。なお、 θ は上記第1実施形態にて述べた出射角である。

【0044】また、 B_2 は、図7にて示す角度であり、

(第3実施形態) 図5は、本発明の第3実施形態の要部を示している。この第3実施形態では、上記第1実施形態にて述べたリフレクタ40及び冷陰極管30が、導光板20の図5にて図示左側入射端面22(上記第1実施形態にて述べた入射端面22と同じ)のみでなく、導光板20の右側入射端面23にも、同様に形成されている。なお、図5にて符号10aは、拡散シートを示す。その他の構成は上記第1実施形態と同様である。

【0037】このように構成した本第3実施形態では、リフレクタ40及び冷陰極管30が、導光板20の入射端面23にも形成されている。その結果、図1にて示す作用効果を効果的に発生できる。

(第4実施形態) 図6は、本発明の第4実施形態の要部を示している。

【0038】この第4実施形態では、上記第1実施形態にて述べた導光板20と液晶パネル10との間に、反射拡散シート10b、両集光シート10c及び偏光反射シート10dが介装されている。これによつても、上記第1実施形態と同様の作用効果を達成できる。

(第5実施形態) 図7は、本発明の第5実施形態の要部を示している。

【0039】この第5実施形態では、各体積型板状ホログラム40d(図7では、一方のホログラム40dのみを示す)が、上記第1実施形態にて述べた各プリズムアレイ40cに代えて、リフレクタ40の各平行板部40bの内表面に設けられている。各ホログラム40dは、その光学的構成材料内に各複数の積層状干渉縞面43を鋸歯状波状に図1及び図7にて図示左側から右側にかけて配列形成してなるもので、これら各干渉縞面43は、上記第1実施形態にて述べたプリズム42の傾斜状反射面42aに相当する。

【0040】ここで、各干渉縞面43の傾斜角 Ψa は次の数5の式を満たす。

【0041】

【数5】 $\Psi a = A_1 - A_2$

ここで、 A_1 、 A_2 は、図7にて示す角度であり、これら A_1 、 A_2 は、それぞれ、次の数6、数7の式により与えられる。

【0042】

【数6】

n_3

【数7】

n_1

【数8】

n_2

この B_2 は、次の数8の式により表される。

【0045】

【数8】

50

9

$$B_2 = \{ 90 - \sin \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \phi \right) \}$$

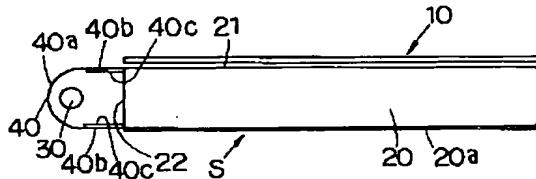
以上より、上記傾斜角 Ψ_a を上記第1実施形態にて述べた傾斜角 Ψ と同様に設定すれば、本実施形態のように、プリズムアレイ40cに代えてホログラム40dを採用しても、上記第1実施形態と同様の作用効果を達成できる。なお、その他の構成及び作用効果は上記第1実施形態と同様である。

【0046】なお、上記第5実施形態においては、ホログラム40dを採用した例について説明したが、これに代えて、体積型回折格子を採用しても、上記第5実施形態と同様の作用効果を達成できる。但し、上記体積型回折格子の干渉縞面は、ホログラム40dの干渉縞面と同様に設定する。また、本発明の実施にあたり、体積型ホログラムや体積型回折格子に代えて、面積型ホログラムや面積型回折格子を採用して実施してもよい。

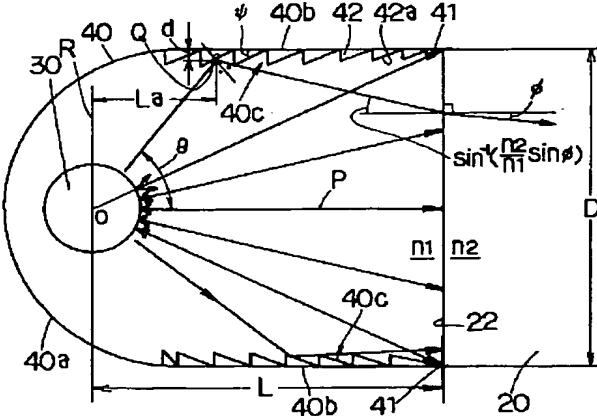
【0047】また、本発明の実施にあたり、液晶パネル10に用いる液晶は、反強誘電性液晶に限ることなく、強誘電性液晶等のスマートチップ液晶その他の熱の影響を受け易い液晶を採用してもよい。また、本発明の実施にあたり、冷陰極放電管30に代えて、各種の管光源を採用して実施してもよい。

【0048】また、本発明の実施にあたり、上記第1実

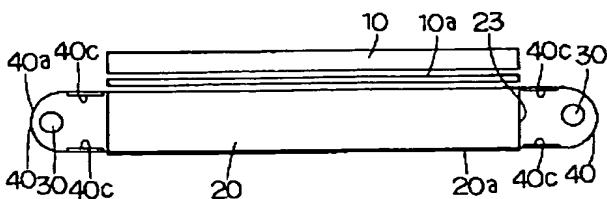
【図1】



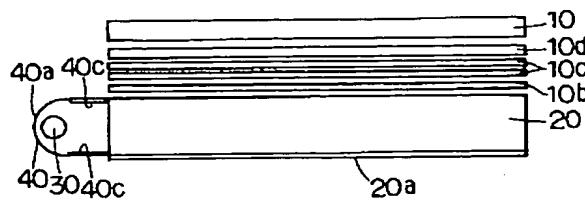
[图2]



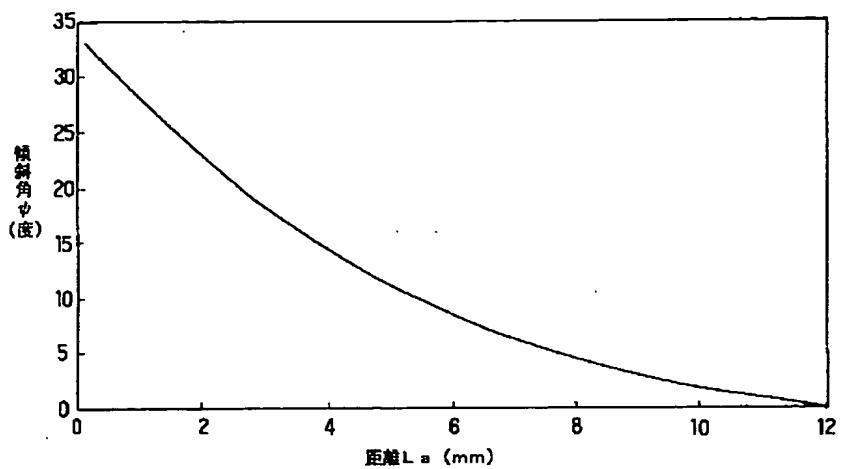
[图5]



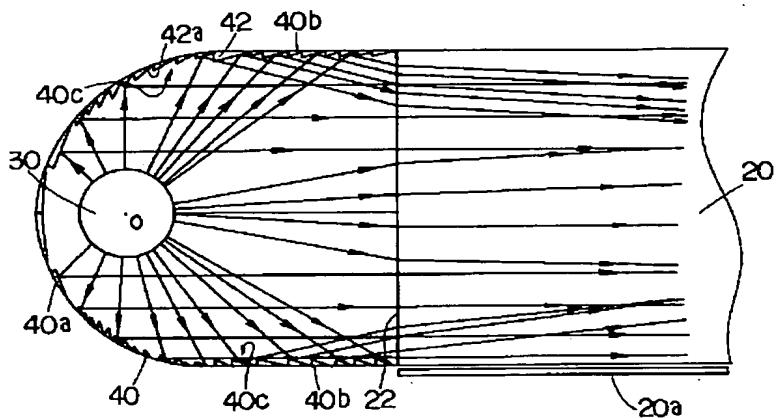
(四六)



【図3】



【図4】



【図7】

